

# Разработка программной многоагентной модели сети дорожных перекрестков

Ахметова А.Ж., гр.7201

Научный руководитель: Исаева Н.А.  
к.э.н., доцент

Новосибирск - 2013

## *Цель и задачи*

Целью работы является создание имитационной модели интеллектуальной транспортной системы, обеспечивающая применение многоагентного подхода.

### *Поставлены следующие задачи:*

- Изучить существующие подходы к моделированию комплексных многоагентных систем и инструментальных средств моделирования;
- Провести исследование и сформулировать правила поведения участников дорожного движения;
- Спроектировать и реализовать модель интеллектуальной системы и провести ряд сравнительных экспериментов;



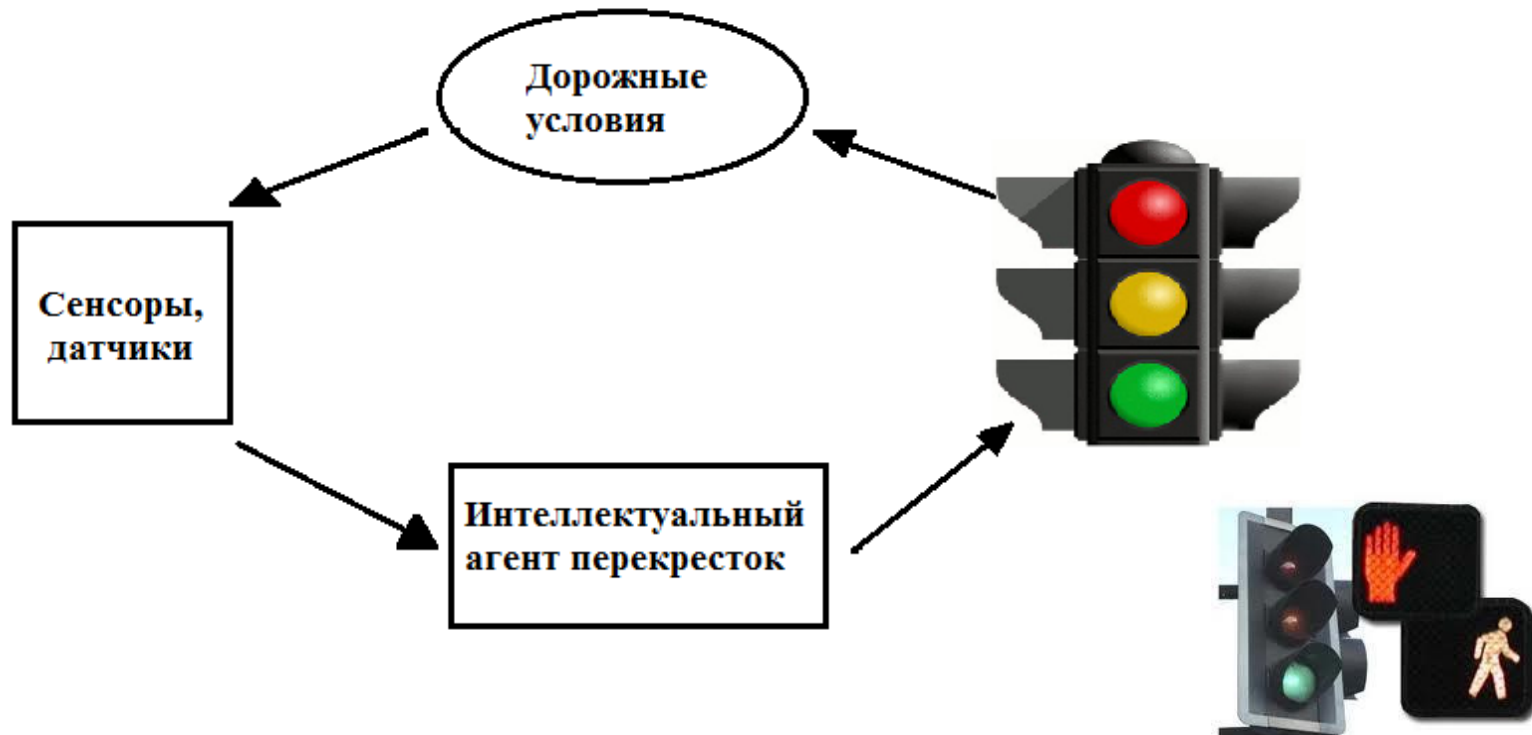
# Агентное моделирование

- Агентное моделирование - метод имитационного моделирования, представляет изучаемую систему в виде множества агентов, которые проявляют независимое индивидуальное поведение.



## Зеленая волна

Зеленая волна – это система светофорного регулирования, в котором переключение сигналов светофоров на смежных перекрёстках происходит так, чтобы водитель, подъезжая к очередному перекрёстку, видел перед собой зелёный сигнал светофора.



# Алгоритм работы «зеленой волны»

1. Агент-перекресток рассылает запросы на «зеленую волну» по предполагаемым направлениям продолжения движения (влево, вправо, прямо) для полос, на которых ожидается включить зеленый свет. И ждет ответа (положительного или отрицательного).

Агент «знает» сколько машин поедет по каждому направлению, благодаря статистике распределения трафика, собираемой с помощью сенсоров.

Пусть  $P_{п}$  :  $P_{л}$ ,  $P_{прям}$  - вероятности поехать направо, налево и прямо соответственно, вычисляются так:

$$P_{п} = \frac{c_{п}}{c}, \quad P_{л} = \frac{c_{л}}{c}, \quad P_{прям} = \frac{c_{прям}}{c}, \text{ где}$$

$c$  - общее количество машин, проехавшие за данный период времени  $T$ ,

$c_{п}$  - количество машин, повернувших направо (из количества  $c$ ),

$c_{л}$  - количество машин, повернувших налево (из количества  $c$ ),

$c_{прям}$  - количество машин, проехавших прямо (из количества  $c$ ).



## Алгоритм работы «зеленой волны»

В запросе на «на зеленую волну» содержится:

- $t + t_0$  - усредненное время, когда ожидается прибытие машин,
- $n'$  - количество прибывающих машин,  $n' = P * n$ , где  $P$  соответствующая вероятность из распределения трафика,  $n$  - общее количество двигающихся машин с исходного направления,
- $wt$  – удельное общее время ожидания на перекрестках ( $wt * n = swt$  – суммарное общее время ожидания для  $n'$  машин),



## Алгоритм работы «зеленой волны»

- Если агент-перекресток, получивший запрос, принимает обязательство на переключение, то он будет «держат» зеленый свет в интервале  $(t+t_0-\varepsilon, t+t_0+\varepsilon)$ , где  $\varepsilon$  - это некоторая заданная константа доверительного интервала,  $t_0$  – текущее время, точка отсчета.
- Соседний агент-перекресток, получив запрос, строит оценку функции полезности, для того чтобы определить, выгодно ли ему переключиться в период времени  $(t+t_0-\varepsilon, t+t_0+\varepsilon)$  на зеленый свет по требуемому направлению, или нет. Если выгодно, то он «проталкивает» запрос дальше по направлению движения и ждет ответа от соответствующих соседних перекрестков.

# Программная реализация интеллектуальной транспортной системы



✚ Библиотека дорожного движения - Preview ✕

⊙ Road Network

▶ Car Source

✕ Car Dispose

✚⊕ Car Move To

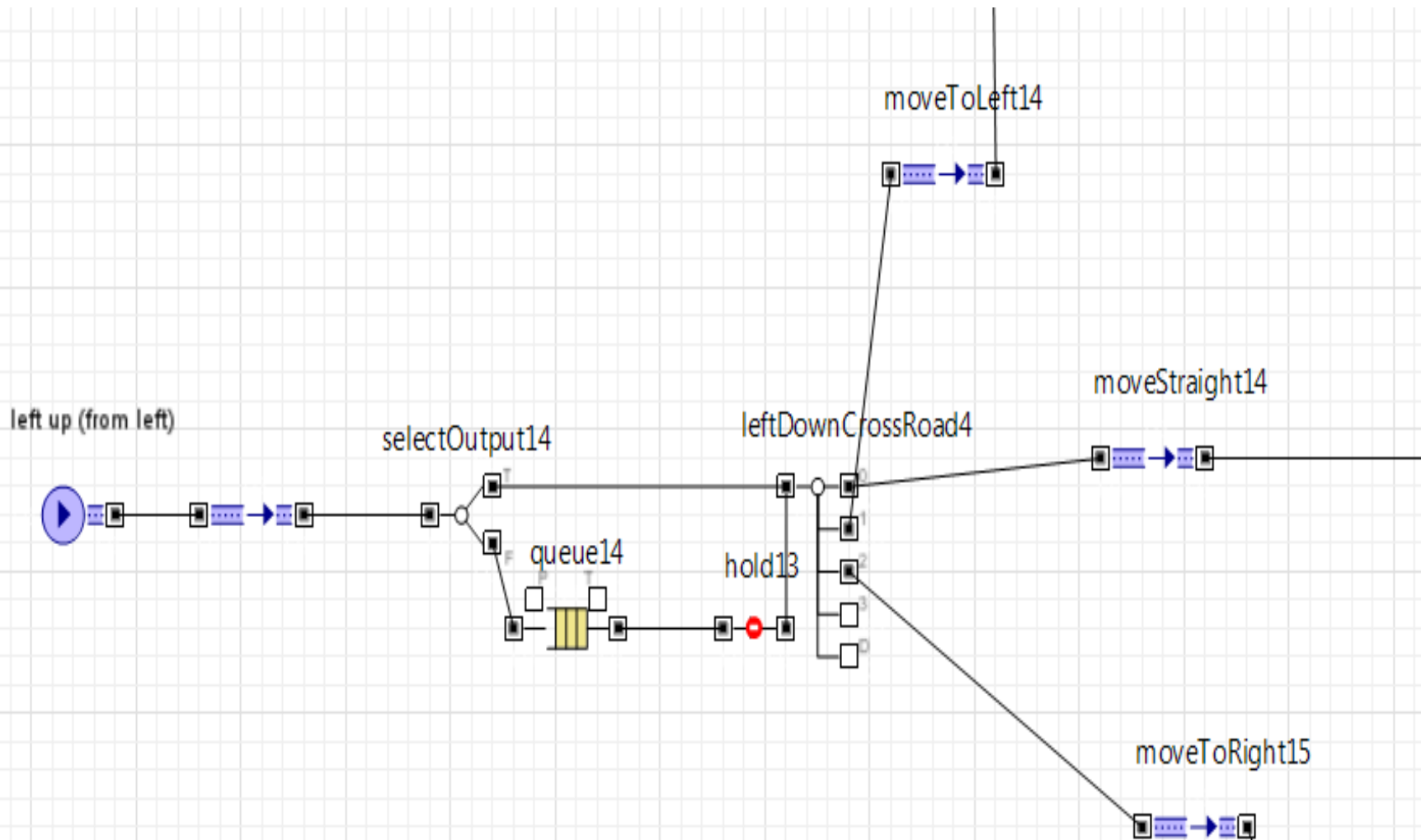
▮→ Car Exit

→▮ Car Enter

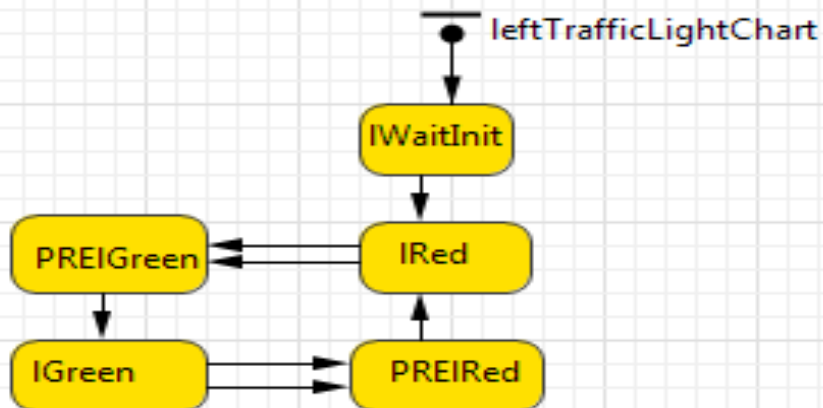
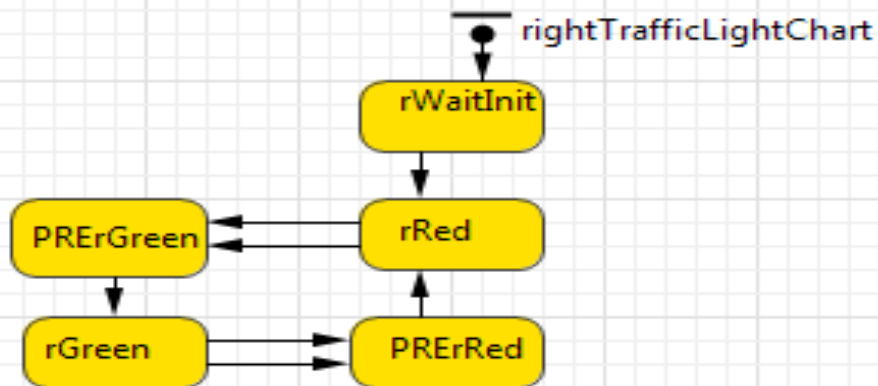
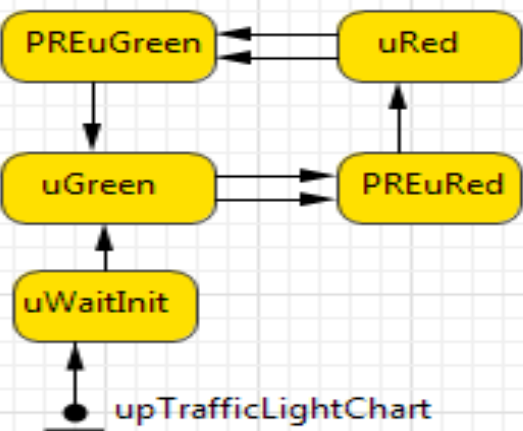
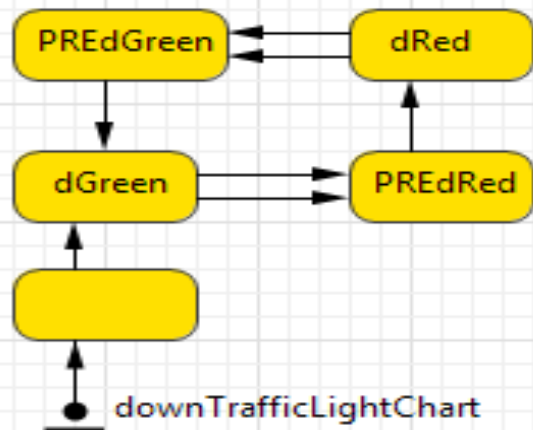




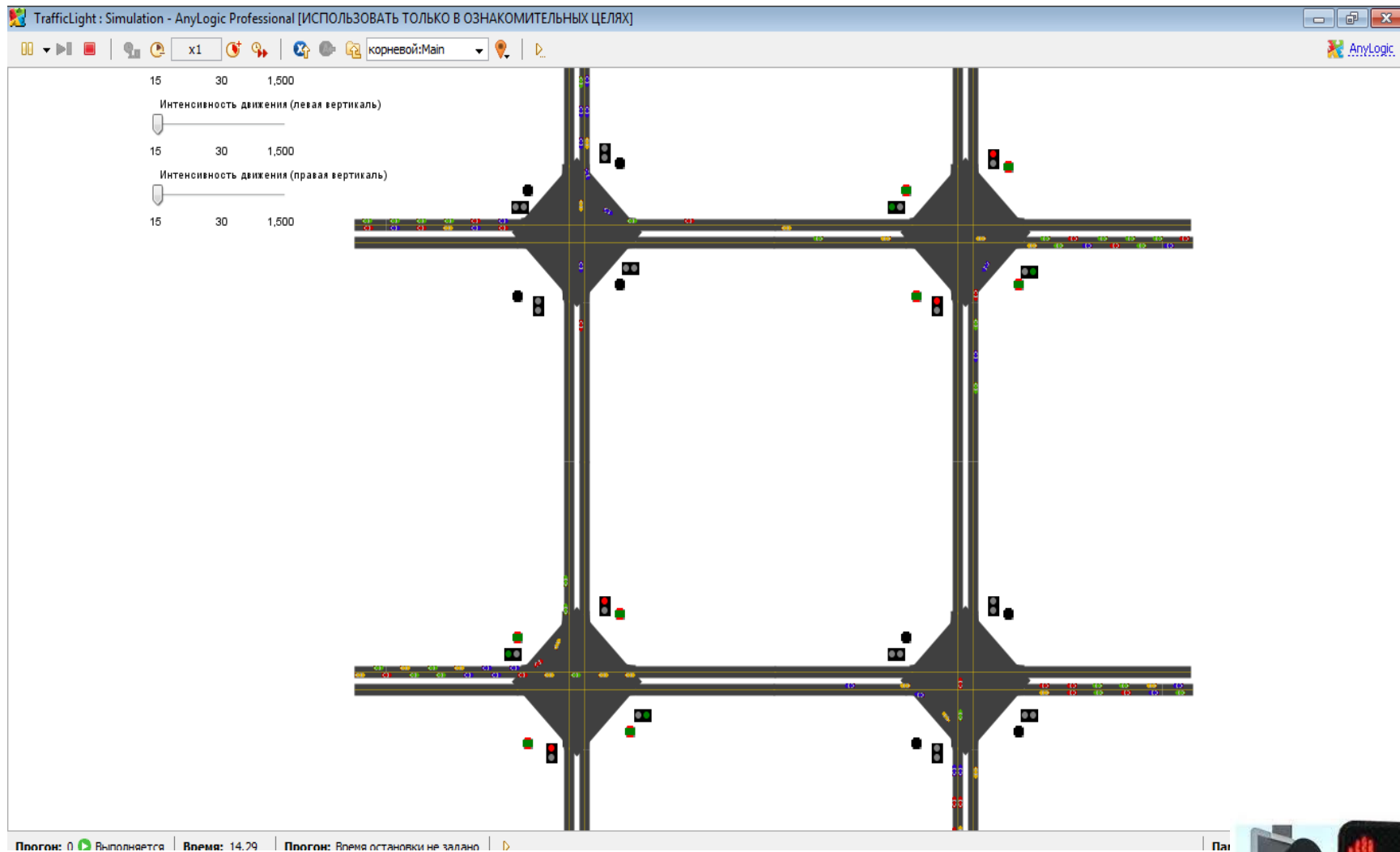
# Диаграмма процесса дорожного трафика



# Диаграмма состояний



# Общий вид перекрестков



## Результаты проведения экспериментов

Результаты проведения экспериментов показали, что среднее общее время ожидания для одной машины снизилось в сети перекрестков, имеющих меняющиеся выделенные направления:

- В 3-4 раза для перекрестков с фиксированным строго заданным временем переключения зеленый/красный;
- В 2-3 раза для перекрестков с интеллектуальными некооперативными светофорами.



## Заключение

В ходе выполнения диссертационной работы:

- Исследованы основные принципы агентного моделирования;
- Формализованы интеллектуальные агенты и их механизмы принятия решений;
- Описан алгоритм работы «зеленой волны»;
- Рассмотрен довольно широкий круг средств разработки интеллектуальной транспортной системы;
- Реализована имитационная модель с применением инструментальных средств дискретно-событийного и агентного моделирования в среде AnyLogic.



## Список литературы

- <http://agents.felk.cvut.cz/> - Agent Technology Center
- <http://www.anylogic.com> – AnyLogic Simulation Software
- Рассел, Норвиг. Искусственный интеллект. Современный подход. 2-е изд. 2006 год.
- В. Городецкий, О. Карсаев, В. Самойлов, С. Серебряков. Многоагентные системы и групповое управление. Журнал "Искусственный интеллект и принятие решений», № 2, 2009.
- В.И. Городецкий. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации. Известия РАН "Теория и системы управления", 2012, № 2, с. 92–120
- M. Wiering, J. van Veenen, J. Vreeken, and A. Koopman. Intelligent Traffic Light Control. Technical Report UU-CS-2004-029, University Utrecht, 2004.
- M. Wiering, Multi-Agent Reinforcement Learning for Traffic Light Control, in Proc. 17th International Conf. on Machine Learning, pp. 1151-1158, 2000.



Спасибо за внимание!

